

Examen

Réplication et cohérence de données

M2



★ Exercice 1.

▷ **Question 1.** Nous considérons les deux scénarios ci-dessous où quatre processus exécutent une séquence d'opérations sur une donnée x . Les opérations exécutées par chaque processus sont représentées sur l'axe horizontal du temps. Le symbole $W(x)a$ représente une écriture de la donnée x avec la valeur a . Le symbole $R(x)b$ représente une lecture de la donnée x qui retourne la valeur b .

P1:	W(x)1			W(x)3
P2:		R(x)1	W(x)2	
P3:		R(x)1		R(x)3
P4:		R(x)1		R(x)2

P1:	W(x)1			
P2:		R(x)1	W(x)2	
P3:				R(x)2
P4:				R(x)1

- (a) Donner la définition de la cohérence séquentielle.
 - (b) Les deux exécutions illustrées ci-dessus, sont-elles cohérentes séquentielles? Justifier votre réponse.
 - (c) Donner la définition de la cohérence causale.
 - (d) Les deux exécutions illustrées ci-dessus, sont-elles cohérentes causales? Justifier votre réponse.
 - (e) Donner la définition de la cohérence FIFO.
 - (f) Les deux exécutions illustrées ci-dessus, sont-elles cohérentes FIFO? Justifier votre réponse.
- ▷ **Question 2.** Nous considérons une bibliothèque comme un type de système de stockage. Nous considérons le scénario suivant. Il y a quelques temps Pierre a emprunté un livre sur les systèmes distribués. Maintenant il retourne le livre à la bibliothèque. Ensuite il veut emprunter un autre livre sur des études d'usage. Il vérifie donc l'index de la bibliothèque. Il remarque que le livre qu'il vient de retourner n'est pas dans l'index de la bibliothèque. Ensuite, il se rappelle qu'un de ses collègues lui a mentionné un bon livre sur les études d'usage. Il part demander à son collègue le nom du livre mentionné. Ensuite il retourne à la bibliothèque et re-vérifie l'index. Le livre sur les systèmes distribués qu'il a retourné apparaît de nouveau dans la liste des livres disponibles. Si on suppose que Pierre était le seul client de la bibliothèque dans cet interval de temps, quels critères de cohérences ne sont pas respectés?

- (a) Linéarisabilité
 - (b) Cohérence séquentielle
 - (c) Cohérence lecture monotone (*monotonic read*)
 - (d) Cohérence lire vos écritures (*read-your-writes*)
- ▷ **Question 3.** Nous considérons trois processus P_1 , P_2 et P_3 qui s'exécutent de manière concurrente. Les instructions exécutées par chaque processus sont données selon l'axe vertical.

Processus P1	Processus P2	Processus P3
x=1;	y=1;	z=1;
print(y,z);	print(x,z);	print(x,y);

Nous supposons que chaque variable est initialisée à 0. Une instruction d'affectation correspond à une opération d'écriture et une instruction d'affichage correspond à une lecture simultanée de ses deux arguments. Plusieurs exécutions sont possibles, l'une d'elles est donnée ci-dessous avec son l'affichage.

```
x=1;
print(y,z);
y=1;
print(x,z);
z=1;
print(x,y);
Affiche: 001011
```

- (a) L'affichage 000000 est-il un affichage permis pour une exécution séquentielle? Et 001001? Et 111111? Justifier vos réponses. Si l'affichage est permis donner une exécution correspondante.

★ **Exercice 2.**

- ▷ **Question 1.** Que signifie "assurer la causalité"? Donner un exemple où la causalité n'est pas respectée.
- ▷ **Question 2.** Considérer le scénario de la figure ci-dessous.

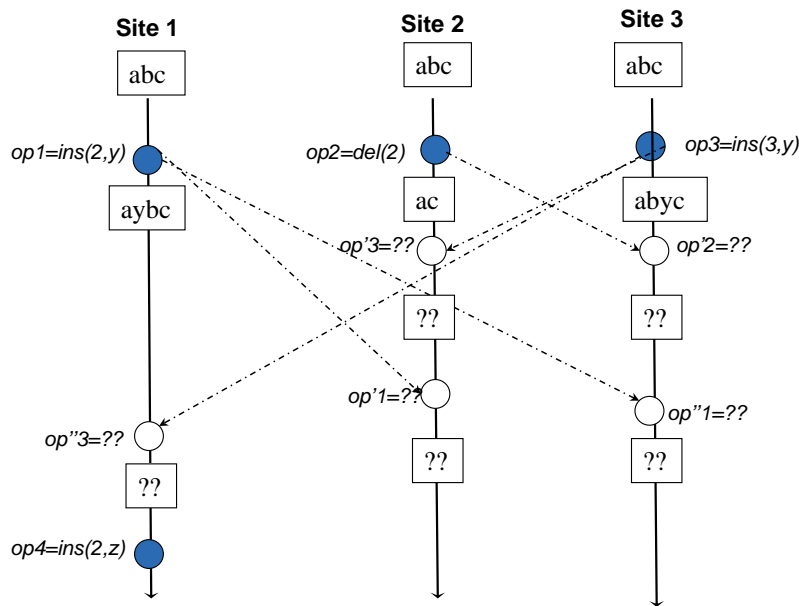


FIGURE 1 – Scénario Transformées Opérationnelles

- (a) Nous supposons qu'initialement les vecteurs d'états des trois sites sont $[0, 0, 0]$, quels sont les vecteurs d'états associés à chaque opération ($op1, op2, op3, op4, op'1, op''1, op'2, op'3, op''3$). Refaites la figure en ajoutant les vecteurs d'états.
- (b) Etant données les fonctions de transformation suivantes :

$T(Ins(p1, c1), Ins(p2, c2)) :-$
 if $p1 < p2$ return $Ins(p1, c1)$
 else return $Ins(p1 + 1, c1)$

$T(Ins(p1, c1), Del(p2)) :-$
 if $p1 \leq p2$ return $Ins(p1, c1)$
 else return $Ins(p1 - 1, c1)$

```
T(Del(p1), Ins(p2, c2)) :-
  if p1 < p2 return Del(p1)
  else return Del(p1 + 1)
```

```
T(Del(p1), Del(p2)) :-
  if p1 < p2 return Del(p1)
  else if p1 > p2 return Del(p1 - 1)
  else return Id()
```

Complétez la figure avec les opérations et les états manquants.

(c) Ces fonctions de transformations respectent-elles la condition C2? Justifiez votre réponse.

▷ **Question 3.** Nous voulons utiliser l’algorithme So6 pour la synchronisation. Nous supposons que deux utilisateurs exécutent le scénario illustré ci-dessous. Le premier utilisateur exécute l’opération op_1 . En parallèle, le second utilisateur exécute la séquence d’opérations op_2 et op_3 . Ensuite, les deux utilisateurs exécutent des procédures de synchronisation dans l’ordre illustré dans le tableau ci-dessous.

User1	User2
op_1	op_2 op_3
synchronise	
	synchronise
synchronise	

(a) Quelles sont les transformations exécutées à chaque étape “synchronise” ?

(b) Quelles sont les opérations exécutées par chaque site à chaque étape “synchronise” ?

★ **Exercice 3.**

Nous considérons le contenu du document illustré dans la figure ci-dessous (partie droite) ainsi que les identifiants associés à chaque ligne du document (partie gauche). Chaque triplet de l’identifiant est sous la forme $\langle p, s, h \rangle$ où p est un entier dans l’intervalle $[1,9]$, s est l’identificateur du site qui a généré l’identifiant et h est l’horloge du site s . L’algorithme Logoot a été utilisé pour la génération des identifiants associés à chaque ligne du document.

$\langle 0, NA, NA \rangle$	
$\langle 1, 1, 1 \rangle$	Title: Big bang theory
$\langle 2, 1, 2 \rangle \langle 3, 2, 3 \rangle \langle 3, 6, 3 \rangle$	Stars:
$\langle 2, 3, 4 \rangle \langle 5, 4, 4 \rangle \langle 4, 5, 4 \rangle$	Johnny Galecki
$\langle MAX, NA, NA \rangle$	

Supposons que le site 7 insère 5 lignes entre la deuxième et la troisième ligne du document (entre la ligne “Stars :” et la ligne “Johnny Galecki”).

Quels sont les identifiants possibles associés à ces 5 lignes ?